(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 666 585 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
**09.04.1997 Patentblatt 1997/15**

(51) Int Cl.[6]: **H01J 35/10**

(21) Anmeldenummer: **95200159.2**

(22) Anmeldetag: **24.01.1995**

(54) **Drehanoden-Röntgenröhre mit einem Gleitlager**

Rotating anode X-ray tube with slide bearing

Tube à rayons X à anode rotative avec palier à glissement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**DE FR GB NL**

(30) Priorität: **02.02.1994 DE 4403116**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
**09.08.1995 Patentblatt 1995/32**

(73) Patentinhaber:
- **Philips Patentverwaltung GmbH**
  **22335 Hamburg (DE)**
  Benannte Vertragsstaaten:
  **DE**
- **PHILIPS ELECTRONICS N.V.**
  **5621 BA Eindhoven (NL)**
  Benannte Vertragsstaaten:
  **FR GB NL**

(72) Erfinder: **Vetter, Axel, c/o Philips**
**D-20097 Hamburg (DE)**

(74) Vertreter: **Hartmann, Heinrich, Dipl.-Ing. et al**
**Philips Patentverwaltung GmbH,**
**Röntgenstrasse 24**
**22335 Hamburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 479 198**
**EP-A- 0 552 808**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 666 585 B1

**Beschreibung**

Die Erfindung betrifft eine Drehanoden-Röntgenröhre mit einem Gleitlager, das einen feststehenden und einen drehbaren Lagerteil umfaßt, von deren einander zugewandten Oberflächen eine ein Rillenmuster aufweist, wobei zwischen den beiden Lagerteilen ein Lagerspalt gebildet wird, der zumindest im Bereich des Rillenmusters mit einem Schmiermittel gefüllt ist.

Bei derartigen Drehanoden-Röntgenröhren besteht das Problem, daß im Schmiermittel Gaseinschlüsse enthalten sein können, die sich zum Teil erst im Laufe des Betriebs bei höheren Temperaturen bilden. Die Gaseinschlüsse sammeln sich vornehmlich in dem Bereich niedrigen Drucks, also an den Rändern der Rillenmuster. Dort können sie sich vereinigen und das Schmiermittel verdrängen, was die Funktion des Gleitlagers beeinträchtigt. Überwiegend machen sich diese Gaseinschlüsse bis zum Ende des Evakuierungsprozesses der Röntgenröhre bemerkbar.

Zur Beseitigung solcher Gaseinschlüsse ist bei der aus der EP-OS 552 808 bekannten Röntgenröhre im Zentrum des inneren Lagerteils ein Kanalsystem vorgesehen, das nur zu einem Teil mit Schmiermittel gefüllt ist; der restliche Teil des Kanalsystems kann die Gaseinschlüsse aufnehmen. Dabei besteht die Gefahr, daß das Schmiermittel aus dem Kanalsystem ausläuft.

Weiterhin ist aus der EP-OS 479 198 eine Drehanoden-Röntgenröhre der eingangs genannten Art bekannt, bei der sich der Lagerspalt nach außen hin in einem Labyrinth fortsetzt, um den Austritt von Schmiermittel zu verhindern. Das Labyrinth mündet in eine Kammer, die nach außen hin durch einen porösen Stoff aus einem mit dem Schmiermittel reagierenden Material abgeschlossen wird. Dieser poröse Stoff kann von Gaseinschlüssen passiert werden, während das Schmiermittel in dem Stoff festgehalten wird. Wenn Gaseinschlüsse durch das Labyrinth hindurch zu dem Stoff gelangen können, können sie die Funktion des Gleitlagers ohnehin nicht mehr beeinträchtigen.

Die Wirkung auf die Gaseinschlüsse im Bereich der Gleitlager ist daher gering. Würde man den porösen Stoff in der Nähe der Rillenmuster einsetzen, dann bestünde die Gefahr, daß nicht nur die Gaseinschlüsse, sondern auch das Schmiermittel zu dem porösen Stoff gelangt und dort festgehalten und dem Gleitlager entzogen wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Drehanoden-Röntgenröhre der eingangs genannten Art so auszugestalten, daß gasförmige Schmiermitteleinschlüsse, die die Funktion des Gleitlagers beeinträchtigen, abgeführt werden können. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst.

Als "Filterkörper" wird dabei ein Körper bezeichnet, der Öffnungen aufweist, durch die hindurch die Gaseinschlüsse in den Vakuumraum der Röntgenröhre austreten können. Da der Filterkörper ein Material umfaßt, das von dem Schmiermittel nicht benetzbar ist, kann dieses aufgrund seiner Oberflächenspannung den Filterkörper nicht durchsetzen und auf der vom Lagerspalt abgewandten Seite austreten.

Der Filterkörper kann aus einem Material bestehen, das vom Schmiermittel nicht benetzbar ist - bei einer Galliumlegierung als Schmiermittel beispielsweise aus Keramik oder Glas. Er kann aber auch aus einem Grundmaterial bestehen, das an sich zwar von dem Schmiermittel benetzbar ist, das jedoch mit einem Überzug versehen ist, der nicht von dem Schmiermittel benetzbar ist. Dieser Überzug muß dann auch die Oberfläche im Innern des Filterkörpers bedecken.

Der Filterkörper selbst kann unterschiedliche Formen haben. Nach einer Weiterbildung der Erfindung kann er durch einen mit Bohrungen versehenen Körper gebildet werden, nach einer anderen Weiterbildung kann ein offenporiger Sinterkörper verwendet werden und nach einer anderen Weiterbildung schließlich kann der Filterkörper durch ein Netz oder ein Drahtgeflecht gebildet werden. Auch perforierte Folien sind denkbar.

Das Schmiermittel perlt aufgrund seiner Oberflächenspannung an einer nicht benetzbaren Oberfläche ab. Daraus können sich unter Umständen beim Füllen des Lagers mit dem Schmiermittel Schwierigkeiten ergeben. Diese Schwierigkeiten werden dadurch vermieden, daß die dem Lagerspalt zugewandte Oberfläche des Filterkörpers so ausgestaltet ist, daß sie von dem Schmiermittel benetzbar ist. Hierbei ist also nur die dem Lagerspalt zugewandte Oberfläche des Filterkörpers vom Schmiermittel benetzbar, so daß ein Abperlen vermieden würde. Gleichwohl könnte das Schmiermittel nicht in den Filterkörper eindringen, weil dieser - bis auf die dem Lagerspalt zugewandte Oberfläche - vom Schmiermittel nicht benetzbar ist. Diese Ausgestaltung der Erfindung läßt sich dadurch realisieren, daß bei einem Filterkörper aus vom Schmiermittel nicht benetzbarem Material, dessen Oberfläche mit einem benetzbaren Überzug versehen ist oder dadurch, daß bei einem Filterkörper aus einem vom Schmiermittel benetzbaren Material, das mit einem nicht benetzbaren Überzug versehen ist, der Überzug auf der dem Lagerspalt zugewandten Oberfläche abgeschliffen wird.

Wenn zwei Rillenmuster, beispielsweise für die axiale und die radiale Lagerung aneinandergrenzen, ist es nicht ohne weiteres möglich, in diesem Bereich einen Filterkörper anzuordnen. Die dort entstehenden Gaseinschlüsse können aber dadurch abgeführt werden, daß wenigstens ein Rand eines Rillenmusters über ein Kapillarsystem mit dem Filterkörper in Verbindung steht.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß zwei im Abstand voneinander angeordnete Rillenmuster zur Aufnahme radialer Lagerkräfte vorgesehen sind und daß der Filterkörper zwischen diesen Rillenmustern angeordnet ist. Dadurch können die an den einander zugewandten Rändern der Rillenmuster auftretenden Gaseinschlüsse abgeführt werden.

Eine andere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor,

daß ein Rillenmuster zur Aufnahme axialer Lagerkräfte vorgesehen ist und daß in dem von diesem Rillenmuster umschlossenen Zentrum ein Filterkörper angeordnet ist. Ein Rillenmuster zur Aufnahme axialer Lagerkräfte belegt einen Kreisring, der die in dessen Zentrum auftretenden Gaseinschlüsse einschließt. Diese werden durch den Filterkörper nach außen abgeführt.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert.

Die Zeichnung zeigt die Drehanode einer Drehanoden-Röntgenröhre, deren übrige Teile nicht näher dargestellt sind. Die Drehanode umfaßt eine Anodenscheibe 1, die über einen Stiel 2 mit einem äußeren, drehbaren Lagerteil 3 verbunden ist, der einen inneren, feststehenden Lagerteil 4 umschließt.

Der innere Lagerteil 4 hat in dieser Ausführung die Form eines Zylinders, der sich nach unten in einen Schaft 41 mit verringertem Durchmesser übergeht. Der aus dem Lagerteil 3 herausragt. Der Schaft 41 ist auf seinem äußeren Umfang mit dem nicht näher dargestellten Kolben der Röntgenröhre vakuumdicht verbunden, so daß sich die Teile 1 ... 4 im Vakuumraum der Röntgenröhre befinden. Lediglich die zu Kühlzwecken vorgesehene zentrale Bohrung 42 im Innern des Lagerteils 4 befindet sich außerhalb des Vakuumraumes. Hier kann daher ein flüssiges Kühlmittel eingeführt werden.

Der Zylinder 4 ist auf seinen beiden einander gegenüberliegenden Stirnflächen mit einem Spiralrillenmuster 43 bzw. 44 versehen. Außerdem befinden sich auf dem äußeren Umfang des feststehenden Lagerteils 3 zwei Spiralrillenmuster 45 und 46. Die innere Kontur des äußeren Lagerteils 3 ist der äußeren Kontur des inneren Lagerteils 4 so angepaßt, daß sich - zumindest im Bereich der Spiralrillenmuster 43 .. 46 enge Lagerspalte (10 bis 50 µm dick) ergeben, in denen sich im Betriebszustand ein flüssiges Schmiermittel aus Gallium oder einer Galliumlegierung befindet.

Im Betrieb der Röntgenröhre können sich - insbesondere beim Erreichen höherer Temperaturen - im Schmiermittel Gaseinschlüsse bilden, die sich vornehmlich in den Bereichen niedrigen Druckes sammeln, also an den Rändern der Spiralrillenmuster 43 .. 46. Die am Innenrand des Spiralrillenmusters 44 auftretenden Gaseinschlüsse können am Schaft 41 entlang in den Innenraum der Röntgenröhre gelangen. Dorthin könnten die Gaseinschlüsse von den anderen Rändern der Spiralrillenmuster 43 bis 46 jedoch nur durch die Lagerspalte hindurch gelangen, was wegen der relativ großen Oberflächenspannung des Schmiermittels nicht ohne weiteres möglich ist. Deshalb sind in dem Bereich zwischen den beiden die Radiallagerkräfte aufnehmenden Rillenmustern 45 und 46 sind - auf dem Umfang gegeneinander versetzt - die Sinterkörper 31 und 32 angeordnet. Gaseinschlüsse an den einander zugewandten Rändern der Rillenmuster 45 und 46 können über diese Filterkörper in den Vakuumraum der Röntgenröhre gelangen. Ein weiterer Filterkörper 33 ist konzentrisch zur Rotationsachse der Drehanode im Zentrum des auf der oberen Stirnfläche vorgesehenen Rillenmusters 43 angeordnet. Dadurch können Gaseinschlüsse am inneren Rand des Rillenmusters abgeführt werden.

Die Filterkörper 31, 32 und 33 sind vom Schmiermittel nicht benetzbar. Zu diesem Zweck können sie aus einem Material hergestellt sein, das selbst nicht vom Schmiermittel benetzbar ist, wie beispielsweise Keramik, oder sie können aus einem Material bestehen, das zwar an sich von dem Schmiermittel benetzbar ist (z.B. Molybdän), das aber mit einer Schicht aus einem nicht benetzbaren Material (z.B. Titandioxid) bedeckt ist.

Die Filterkörper sind mit Öffnungen versehen, die von den Gaseinschlüssen passiert werden können, die aber nicht so groß sind, daß das Schmiermittel ungehindert durch sie hindurchtreten könnte. Die Filterkörper können durch einen mit Bohrungen versehen Körper, durch ein- oder mehrlagige Netze oder perforierte Folien, durch einen offenporigen Sinterkörper oder durch ein Drahtgeflecht gebildet werden. Die Porendurchmesser in dem als Filterkörper dienenden offenporigen Sinterkörper 33, der nicht einem aus Zentrifugalkräften resultierenden höheren Schmiermitteldruck unterliegt, können im Bereich von 10 - 14 µm liegen (besser ≤ 12 µm). Die Porendurchmesser in den Sinterkörpern 31, 32 sollten kleiner sein, und zwar umso kleiner, je größer die im Betrieb dort auftretenden Zentrifugalbeschleunigungen sind.

In den Bereichen, in denen die Rillenmuster 43 und 45 sowie die Rillenmuster 44 und 46 aneinander grenzen, können aus konstruktiven Gründen nicht ohne weiteres Filterkörper angeordnet werden. Die am äußeren Rand des Rillenmusters 43 bzw. am oberen Rand des Rillenmusters 45 entstehenden Gaseinschlüsse stehen daher über ein Kapillarsystem 47 mit den Bereichen an der Oberfläche des Lagerteils 4 in Verbindung, von denen aus Gaseinschlüsse über die Filterkörper 31 ... 33 abgeführt werden können. Der Durchmesser der Kapillaren soll deutlich größer sein als die Dicke des Lagerspalts im Bereich des Rillenmusters, z.B. 100 µm oder größer, jedoch nicht so groß, daß ihre Kapillarwirkung das Schmiermittel nicht mehr halten kann. Es können sich dabei relativ lange und dünne Schmiermittelkanäle ergeben, wie in der deutschen Patentanmeldung P 43 39 817 beschrieben.

Analog dazu wird der Bereich zwischen den Rillenmustern 44 und 46 über ein Kapillarsystem 48 mit dem Wirkungsbereich der Filterkörper 31 und 32 verbunden.

Wenn das Schmiermittel mit einer von ihm nicht benetzbaren Oberfläche in Berührung kommt, zieht es sich im Extremfall zu Schmiermittelkügelchen zusammen. Wenn sich derartige Schmiermittelkügelchen im Bereich der Filterkörper bilden würden, könnte das zu Schwierigkeiten bei der Befüllung des Lagers mit dem Schmiermittel führen. Diese lassen sich dadurch vermeiden, daß die dem Lagerspalt zugewandte Oberfläche der Filterkörper - und nur diese Oberfläche - benetzbar gemacht wird. Dies könnte bei einem Filterkörper aus einem vom Schmiermittel nicht benetzbaren Mate-

rial z.B. Titandioxid durch einen geeigneten Überzug erfolgen. Bei einem Filterkörper hingegen, der aus einem benetzbaren Material (Molybdän) besteht und der inkl. der Flächen im Innern des Filterkörpers mit einem nicht benetzbaren Überzug versehen ist, könnte dies dadurch erfolgen, daß der Überzug auf der dem Lagerspalt zugewandten Seite abgeschliffen wird.

Vorstehend wurde die Erfindung anhand eines Gleitlagers mit feststehendem inneren Lagerteil 4 und rotierendem äußeren Lagerteil 3 beschrieben. Jedoch ist die Erfindung auch bei einem Gleitlager anwendbar, bei dem der äußere Lagerteil feststeht und der innere Lagerteil drehbar ist. Auch in diesem Fall muß sich das Kapillarsystem im feststehenden Lagerteil befinden. Die Filterkörper müssen dabei in der Wand des äußeren Lagerteils angebracht sein.

**Patentansprüche**

1. Drehanoden-Röntgenröhre mit einem Gleitlager, das einen feststehenden (4) und einen drehbaren Lagerteil (3) umfaßt, von deren einander zugewandten Oberflächen eine ein Rillenmuster (43 . . . 46) aufweist, wobei zwischen den beiden Lagerteilen ein Lagerspalt gebildet wird, der zumindest im Bereich des Rillenmusters (43 . . . 46) mit einem Schmiermittel gefüllt ist,
   dadurch gekennzeichnet, daß in wenigstens einem der beiden Lagerteile (3,4) in einem Bereich außerhalb des Rillenmusters (43 . . . 46) ein vom Schmiermittel nicht benetzbarer Filterkörper (31 . . . 33) vorgesehen ist, über den der Lagerspalt mit dem Vakuumraum der Röntgenröhre in Verbindung steht und der vom Schmiermittel nicht durchsetzt werden kann, wohl aber von den Gaseinschlüssen in dem Schmiermittel.

2. Drehanoden-Röntgenröhre nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, daß der Filterkörper (31 . . . 33) durch einen mit Bohrungen versehenen Körper gebildet wird.

3. Drehanoden-Röntgenröhre nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, daß als Filterkörper (31 . . . 33) ein offenporiger Sinterkörper dient.

4. Drehanoden-Röntgenröhre nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, daß der Filterkörper (31 . . . 33) durch ein Netz-oder ein Drahtgeflecht gebildet wird.

5. Drehanoden-Röntgenröhre nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch gekennzeichnet, daß die dem Lagerspalt zugewandte Oberfläche des Filterkörpers (31 . . . 33) so ausgestaltet ist, daß sie von dem Schmiermittel benetzbar ist.

6. Röntgenröhre nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Rand eines Rillenmusters über ein Kapillarsystem (47, 48) mit dem Filterkörper (31 . . . 33) in Verbindung steht.

7. Drehanoden-Röntgenröhre nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, daß zwei im Abstand voneinander angeordnete Rillenmuster (44, 45) zur Aufnahme radialer Lagerkräfte vorgesehen sind und daß der Filterkörper (31,32) zwischen diesen Rillenmustern angeordnet ist.

8. Drehanoden-Röntgenröhre nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, daß ein Rillenmuster (43) zur Aufnahme axialer Lagerkräfte vorgesehen ist und daß in dem von diesem Rillenmuster umschlossenen Zentrum ein Filterkörper (33) angeordnet ist.

**Claims**

1. A rotary-anode X-ray tube comprising a sleeve bearing with a stationary bearing portion (4) and a rotatable bearing portion (3), one of the facing surfaces of which is provided with a groove pattern (43 ... 46), a bearing gap which is filled with a lubricant at least at the area of the groove pattern (43 ... 46) being formed between the two bearing portions, characterized in that in at least one of the two bearing portions (3, 4) a filter member (31 ... 33) which cannot be wetted by the lubricant is provided in an area outside the groove pattern (43 ... 46), the bearing gap communicating with the vacuum space of the X-ray tube *via* said filter member through which the lubricant cannot flow, but through which the gas inclusion in the lubricant can flow.

2. A rotary-anode X-ray tube as claimed in Claim 1, characterized in that the filter member (31 ... 33) is formed by a member provided with bores.

3. A rotary-anode X-ray tube as claimed in Claim 1, characterized in that an open-pore sintered member is used as the filter member (31 ... 33).

4. A rotary-anode X-ray tube as claimed in Claim 1, characterized in that the filter member (31 ... 33) is formed by a net or a gauze.

5. A rotary-anode X-ray tube as claimed in any one of the preceding Claims, characterized in that the surface of the filter member (31 ... 33) facing the bearing gap is conceived so that it can be wetted by the lubricant.

6. An X-ray tube as claimed in Claim 1, characterized in that at least one edge of one groove pattern com-

municates with the filter member (31 ... 33) *via* a capillary system (47, 48).

**7.** A rotary-anode X-ray tube as claimed in Claim 1, characterized in that two groove patterns (44, 45), which are space apart, are provided for taking up radial bearing forces, and in that the filter member (31, 32) is arranged between said groove patterns.

**8.** A rotary-anode X-ray tube as claimed in Claim 1, characterized in that one groove pattern (43) is provided for taking up axial bearing forces, and in that a filter member (33) is arranged in the centre enclosed by said groove pattern.

**Revendications**

**1.** Tube à rayons X à anode tournante avec un palier lisse, qui comprend une partie de palier fixe (4) et une partie de palier tournante (3), dont l'une des surfaces tournées l'une vers l'autre présente un motif de rainures (43...46), un espace de palier, qui est rempli d'un lubrifiant au moins dans la région du motif de rainures (43...46), étant formé entre les deux parties de palier, caractérisé en ce que dans au moins une des deux parties de palier (3, 4) dans une région extérieure au motif de rainures (43...46) est prévu un corps filtrant (31...33) non mouillable par le lubrifiant, par l'intermédiaire duquel l'espace de palier est en communication avec l'espace sous vide du tube à rayons X et qui ne peut pas être traversé par le lubrifiant, mais bien par les bulles de gaz contenues dans le lubrifiant.

**2.** Tube à rayons X à anode tournante suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le corps filtrant (31...33) est formé par un corps percé de trous.

**3.** Tube à rayons X à anode tournante suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'un corps fritté à porosité ouverte sert de corps filtrant (31...33).

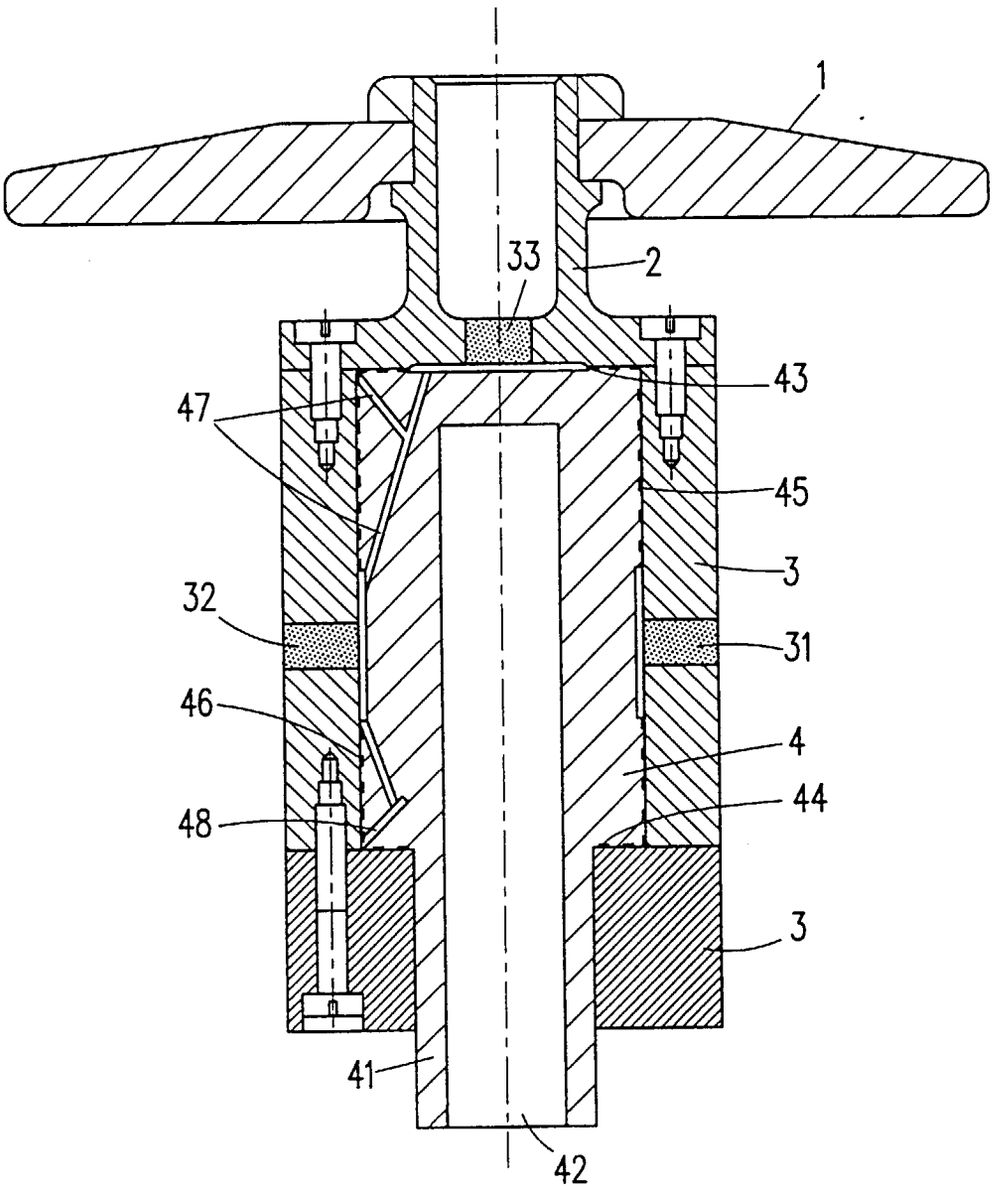
**4.** Tube à rayons X à anode tournante suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le corps filtrant (31...33) est formé par un réseau ou un treillis de fil métallique.

**5.** Tube à rayons X à anode tournante suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la surface tournée vers l'espace de palier du corps filtrant (31...33) est conçue de manière à être mouillable par le lubrifiant.

**6.** Tube à rayons X suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins un bord d'un motif de rainures est en communication via un système de capillaires (47, 48) avec le corps filtrant (31...33).

**7.** Tube à rayons X à anode tournante suivant la revendication 1, caractérisé en ce que deux motifs de rainures (44, 45) distants l'un de l'autre sont prévus pour absorber les forces de palier radiales et que le corps filtrant (31, 32) est agencé entre ces motifs de rainures.

**8.** Tube à rayons X à anode tournante suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'un motif de rainures (43) est prévu pour absorber des forces de palier axiales et que dans le centre entouré par ce motif de rainures est agencé un corps filtrant (33).


1
33
2
43
47
45
3
32
31
46
4
44
48
3
41
42